



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2017

---

## **Fleischkonsum und Krebsrisiko - darf man noch Fleisch essen?**

Rohrmann, Sabine ; Cabaset, Sophie ; Linseisen, Jakob

**Abstract:** In der Schweiz werden pro Tag im Schnitt 110 g Fleisch verzehrt, darunter 40 g verarbeitetes Fleisch. Ein hoher Verzehr besonders von verarbeitetem Fleisch wurde von der International Agency for Research on Cancer als krebserregend eingestuft, wobei die Evidenz vor allem auf dem Zusammenhang mit Dickdarmkrebs beruht. Als mögliche Mechanismen gelten eine hohe Aufnahme von Kochsalz (im Zusammenhang mit Magenkrebs), die Aufnahme sowie die endogene Bildung von N-Nitroso-Verbindungen (teilweise gefördert durch den hohen Gehalt von Hämeisen in rotem Fleisch) und die Bildung von polyzyklischen Kohlenwasserstoffen und heterozyklischen aromatischen Amine bei der Fleischzubereitung. Die Schweizerische Gesellschaft für Ernährung empfiehlt aus diesem Grund, lediglich 2–3 Portionen Fleisch und Fleischprodukte pro Woche zu verzehren. About 110 g of meat are consumed daily in Switzerland, including more than 40 g of processed meat. High consumption of red meat, in particular processed meat, was categorized as carcinogenic to humans by the International Agency for Research on Cancer, mainly based on the association of processed meat intake with colorectal cancer. Possible mechanisms include the intake of salt (as a risk factor for stomach cancer), the intake and endogenous formation of N-nitroso compounds (which is partly promoted by heme iron in red meat) and the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons and heterocyclic aromatic amines during meat preparation and cooking. The Swiss Society of Nutrition recommends consuming 2–3 portions of meat and meat products per week.

DOI: <https://doi.org/10.1024/1661-8157/a002747>

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-145678>

Journal Article

Accepted Version

Originally published at:

Rohrmann, Sabine; Cabaset, Sophie; Linseisen, Jakob (2017). Fleischkonsum und Krebsrisiko - darf man noch Fleisch essen? *Praxis*, 106(16):871-876.

DOI: <https://doi.org/10.1024/1661-8157/a002747>

## **Fleischkonsum und Krebsrisiko - darf man noch Fleisch essen?**

Sabine Rohrmann<sup>1,2</sup>, Sophie Cabaset<sup>1</sup>, Jakob Linseisen<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Abteilung Epidemiologie chronischer Krankheiten; Institut für Epidemiologie, Biostatistik und Prävention; Universität Zürich; Zürich; Schweiz

<sup>2</sup> Krebsregister der Kantone Zürich und Zug; Zürich; Schweiz

<sup>3</sup> Institut für Epidemiologie II, Helmholtz Zentrum München, Neuherberg, Deutschland

<sup>4</sup> Lehrstuhl für Epidemiologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, UNIKA-T, Augsburg, Deutschland

**Zusammenfassung:** In der Schweiz werden pro Tag im Schnitt 110 g Fleisch verzehrt, darunter 40 g verarbeitetes Fleisch. Ein hoher Verzehr besonders von verarbeitetem Fleisch wurde von der International Agency for Research on Cancer als krebserregend eingestuft, wobei die Evidenz vor allem auf dem Zusammenhang mit Dickdarmkrebs beruht. Als mögliche Mechanismen gelten eine hohe Aufnahme von Kochsalz (im Zusammenhang mit Magenkrebs), die Aufnahme sowie die endogene Bildung von N-Nitroso-Verbindungen (teilweise gefördert durch den hohen Gehalt von Hämeisen in rotem Fleisch) und die Bildung von polyzyklischen Kohlenwasserstoffen und heterozyklischen aromatischen Aminen bei der Fleischzubereitung. Die Schweizerische Gesellschaft für Ernährung empfiehlt aus diesem Grund lediglich 2-3 Portionen Fleisch und Fleischprodukte pro Woche zu verzehren.

## **Zur Bedeutung der Ernährung für die Krebsentwicklung**

Jährlich erkranken etwa 21'500 Männer und 18'000 Frauen in der Schweiz an Krebs (Durchschnitt der Jahre 2009-2013) [1] und nach den Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist Krebs die zweitwichtigste Todesursache (9100 Todesfälle unter Männern und 7300 bei Frauen). Dabei entfallen mehr als 50% aller Fälle auf die Lokalisationen Prostata, Brust, Dickdarm, Lunge, und Hautmelanom. Die Ursachen von Krebserkrankungen sind vielfältig. In einer Studie von 1981 wurde geschätzt, dass etwa ein Drittel aller Krebserkrankungen durch Rauchen verursacht wird; ein weiteres Drittel durch Ernährungsfaktoren [2]. Der Anteil von einem Drittel wurde in den letzten Jahren relativiert, aber noch immer geht man davon aus, dass unsere Ernährungsweise die Krebsentstehung massgeblich beeinflusst. Für Großbritannien wird geschätzt, dass 9,2% aller Krebserkrankungen durch Ernährung (zu geringer Obst-, Gemüse- und Ballaststoffkonsum; zu hoher Verzehr von rotem und verarbeitetem Fleisch und Kochsalz) verursacht werden. Übergewicht und Adipositas sind für weitere 5,5% und ein hoher Alkoholkonsum nochmals für 4% der Neuerkrankungen verantwortlich [3]. Der World Cancer Research Fund (WCRF) und das American Institute of Cancer Research (AICR) fassten 1997 und 2007 die bestehende Evidenz zu Assoziationen zwischen Ernährung, Adipositas und Krebs zusammen [4]; seither wird die Evidenz beständig neu bewertet (<http://www.wcrf.org/int/research-we-fund/continuous-update-project-findings-reports>).

**Einstufung von rotem Fleisch und verarbeitetem Fleisch (z.B. Wurstwaren, Schinken, Pastete) als „krebserregend“**

Im Oktober 2015 veröffentlichte der International Agency for Research on Cancer (IARC) eine Evaluation des Zusammenhangs zwischen dem **Verzehr von rotem und verarbeitetem Fleisch** und Krebsrisiko [5]. Auf Basis von mehr als 800 Studien wardie Schlussfolgerung, dass der Verzehr von verarbeitetem Fleisch beim Menschen eine kanzerogene Wirkung hat. Dieser Zusammenhang ist besonders deutlich für Dickdarmkrebs, aber auch für Magenkrebs sichtbar. Damit wurde der Verzehr von verarbeitetem Fleisch in die gleiche Risikokategorie (Kategorie 1 – karzinogen für den Menschen) eingeordnet wie Zigarettenrauchen und Alkoholkonsum. Der Mehrkonsum von 50 g verarbeitetem Fleisch pro Tag führt zu einem 18% höheren Dickdarmkrebsrisiko [6]. In absolute Risiken umgerechnet bedeutet das, dass in der Schweiz ein Verzicht auf den Verzehr von 50 g verarbeitetem Fleisch am Tag das absolute Risiko im Lauf des Lebens an Dickdarmkrebs zu erkranken bei Männern von 6,3 % auf 5,2 % und bei Frauen von 4,7 % auf 3,9 % senkt.

Ein positiver Zusammenhang von verarbeitetem Fleisch wurde auch mit Magenkrebs beobachtet [5]. Der Zusammenhang mit rotem (unverarbeitetem) Fleisch wurde als wahrscheinlich eingestuft (Gruppe 2a). Auch hier war die Evidenz für kolorektale Tumore am stärksten, wurde aber auch für Pankreas- und Prostatakrebs gesehen. Für alle anderen Krebslokalisationen ist die Beweislage weniger gut.

In diesem Mini-Review wird zum einen die Bedeutung von Fleisch und Fleischprodukten für die Ernährung des Menschen diskutiert und zum anderen ein möglicher Zusammenhang des Fleischkonsums mit der Krebsentstehung.

### **Allgemeines zum Fleischverzehr**

Der Verzehr von Fleisch ist in vielen Kulturen ein wichtiger Bestandteil der menschlichen Ernährung. Der Konsum von rotem Fleisch (Rind und Schwein, aber

auch Schaf, Ziege, Kaninchen und Wild) sowie weissem Fleisch (Geflügel) liefert zahlreiche wichtige Vitamine und Mineralstoffe, wobei vor allem Vitamin A und einige B-Vitamine (B1, B6, B12) zu nennen sind sowie Eisen und Zink. Häm-Eisen aus (rotem) Fleisch wird besser resorbiert als pflanzliches Nicht-Häm-Eisen [7] und erleichtertes somit, eine gute Eisenversorgung zu erreichen. Auf der anderen Seite jedoch trägt der Verzehr von Fleisch zur Aufnahme von gesättigten Fetten und Cholesterin bei [8], wobei hier der Beitrag durch verarbeitetes Fleisch höher ist als durch unverarbeitetes Fleisch [9]. Fettsäurezusammensetzung und -gehalt hängen dabei sowohl von der Tierart (Schwein vs. Rind vs. Wild), der Haltung und der Fütterung der Tiere als auch der Weiterverarbeitung des Fleisches (Fett vs. Muskelfleisch in einer Wurst) ab [10, 11]. Zahlen der Welternährungsorganisation FAO (Food and Agriculture Organization) zeigen, dass der Konsum von Fleisch weltweit weiter ansteigt: wurden im Jahr 1980 etwas über 30 kg pro Person pro Jahr verzehrt, waren es 2005 schon 41 kg [12]. In der Schweiz werden nach der einer repräsentativen Erhebung (2014-2015) täglich 66,8 g unverarbeitetes und 43,7 g verarbeitetes Fleisch verzehrt [13]. Dabei ist die Aufnahme von Männern (84,5 g und 55,4 g) deutlich höher als die der Frauen (49,1 g und 32,2 g).

Da rohes Fleisch ein leicht verderbliches Lebensmittel ist und seine Lagerung vor der Verbreitung von Kühlschränken auch in Privathaushalten sehr begrenzt war, war die Haltbarmachung mittels verschiedenster Methoden wichtig. Schon im Alten Ägypten wurden Trocknung und Salzen angewendet, um Fleisch über längere Zeit lagern zu können [14]. Wichtiger als das Trocknen von Fleisch in unserer Zeit sind Salzen, Pökeln und Räuchern. Diese Methoden dienen nicht nur der Haltbarmachung, sondern auch dem Farberhalt und dem Geschmack.

Unverarbeitetes Fleisch hat einen geringen Salzgehalt. Der Zusatz von **Kochsalz** (Natriumchlorid) entzieht dem Fleisch Wasser und verhindert die Ansiedlung und das Wachstum von Mikroorganismen [15]. In der Brühwurstherstellung sorgt Kochsalz für eine verbesserte Verarbeitung durch Veränderungen der Eiweisstrukturen. Der Zusatz von **Nitritpökelsalz** bei der Herstellung von Fleisch- und Wurstwaren trägt zur Farberhaltung, z.B. im Schinken, bei und zeigt gleichzeitig antimikrobielle Wirkung. In den letzten Jahrzehnten wurde der Zusatz von Nitritpökelsalz bei der Wurstherstellung kontinuierlich reduziert. Dazu konnten unter anderem die Verwendung von Antioxidantien beitragen [16]. Das **Räuchern** von Fleisch- und Wurstwaren dient vor allem der Haltbarmachung, aber auch der Erzeugung eines bestimmten erwünschten Geschmacks [17].

Neben den genannten positiven Effekten dieser Konservierungsmethoden haben diese aber auch Nachteile: Nitritpökelsalz kann im Magen und Darm des Menschen zur Nitrosaminbildung führen. Darüber hinaus fördert das Häm-Eisen in rotem Fleisch die Bildung von Nitrosaminen [18] und auch das Räuchern hat einen gewissen Einfluss auf die Nitrosaminbildung [19, 20]. Das Räuchern, aber auch das Grillen von Fleisch führt zur Bildung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK). Hierbei spielen die Temperatur, aber auch die verwendeten Räuchermaterialien (Holzart, Flüssigrauch) und die Art des Räucherns (direkt oder indirekt) eine wichtige Rolle. Durch die Standardisierung der Räucherverfahren in grösseren Betrieben konnte der PAK-Gehalt in Wurstwaren jedoch deutlich gesenkt werden [21].

## **Ergebnisse aus Beobachtungsstudien zum Zusammenhang von Fleischverzehr und dem Risiko für Krebskrankheiten**

Eine der frühesten Studien, die den Zusammenhang zwischen Fleischverzehr und Krebsrisiko untersuchte, war ein Ländervergleich der Kolonkrebsinzidenzraten und des Pro-Kopf-Verzehrs von Fleisch, der eine starke positive Korrelation zwischen beiden Faktoren zeigte [22]. In der Folge wurde zahlreiche weitere Studien, zunächst Fall-Kontroll-Studien, später grosse prospektive Studien, durchgeführt, um diesen Zusammenhang weiter zu untersuchen. Viele dieser Studien beobachteten einen positiven Zusammenhang zwischen Fleischkonsum, vor allem dem Verzehr von rotem und verarbeitetem (roten) Fleisch, und dem Risiko von kolorektalen Tumoren. In einer der grössten Studien weltweit, der European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) war eine Steigerung des Konsums von (unverarbeitetem) rotem Fleisch um 100 g/Tag mit einer Risikosteigerung von 25% verbunden (Hazard Ratio [HR] 1,25; 95%-Konfidenzintervall [KI] 1,09-1,41); das Risiko beim Mehrverzehr von verarbeitetem Fleisch stieg um 55% (HR 1,55; 95%-KI 1,19-2,02) [23]. In einer Zusammenfassung der bis dahin vorhandenen Evidenz kam der WCRF/AICR zum Schluss, dass der Zusammenhang zwischen dem Konsum von rotem und verarbeitetem Fleisch und kolorektalen Tumoren überzeugend belegt werden kann [4]. In einem Nachfolgebericht 2011 wurde dieser Zusammenhang bestätigt: pro 50 g Mehrverzehr von verarbeitetem Fleisch steigt das relative Risiko (RR) um 18% (RR 1,18; 95%-KI 1,10-1,28); für rotes Fleisch pro 100 g Mehrverzehr um 17% (RR 1,17; 95%-KI 1,05-1,31) [6, 24]. Weniger deutlich sind die Zusammenhänge für andere Tumorlokalisationen [4]. Trotz zahlreicher Studien, zum Beispiel zu Brustkrebs, kommen die systematischen Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen häufig zum Schluss, dass die Ergebnisse sehr heterogen in Bezug auf die Richtung und Stärke des Zusammenhanges sind, so dass keine abschliessenden Beurteilungen möglich sind.



## Mögliche Mechanismen

Die direkte Aufnahme von ***N-Nitroso-Verbindungen*** (NOC; zu dieser Gruppe gehören auch die Nitrosamine) durch den Verzehr von gesalzenem und gepökeltem Lebensmitteln (vor allem Fleisch, aber auch Fisch) war in einigen epidemiologischen Studien mit einem erhöhten Risiko für gastrointestinale Tumore verbunden [25, 26]. Darüber hinaus fördert der Konsum von rotem Fleisch und Fleischprodukten die NOC-Bildung im Magen-Darm-Trakt [18]. Interessant ist hierbei, dass das Vorhandensein von Nitritpökelsalz keine notwendige Voraussetzung ist. Auch beim hohen Konsum von unverarbeitetem rotem Fleisch kommt es zur NOC-Bildung, die auf der endogenen Bildung von Nitrat und Nitrit durch NO-Synthasen beruht. Nitrit reagiert mit sekundären und tertiären Aminen, die bei der bakteriellen Decarboxylierung von Aminosäuren im Dickdarm entstehen [18]. Hierbei scheint vor allem das Vorhandensein von ***Hämeisen*** eine wichtige Rolle zu spielen. Hämeisen führt zu oxidativem Stress, der Peroxidation von Lipiden, Proteinveränderung und DNA-Schädigungen. So zeigte eine britische Interventionsstudie, dass ein hoher Konsum von rotem Fleisch zur Bildung von DNA-Addukten im Darm führte [27]. Hämeisen kann selbst nitrosyliert werden und auch diese Reaktion vermitteln. In der EPIC-Kohorte erklärte die endogene Bildung von N-Nitrosoverbindungen einen Teil des Zusammenhanges zwischen dem Verzehr von rotem Fleisch und Fleischprodukten und dem Risiko von Magenkrebs [28]; in einer Studie in China war eine hohe endogene Bildung von NOC mit einem erhöhten Dickdarmkrebsrisiko verbunden [29].

Der Konsum ***gesalzener Lebensmittel*** wird vor allem mit dem Risiko für Magenkrebs in Verbindung gebracht [4, 30]. Es wird vermutet, dass das Salz die Magenschleimhaut angreifen, die endogene NOC-Bildung fördern, die Wirkung von Karzinogenen im Magen verstärken und die Besiedlung durch *H. pylori* fördern kann [4, 30].

Bei der Zubereitung von Fleisch werden, in Abhängigkeit von der Garmethode, der Temperatur und der Dauer, eine Reihe von Stoffen gebildet, die mit einem erhöhten Krebsrisiko in Verbindung gebracht werden. **Heterozyklische aromatische Amine** (HCA) und **polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe** (PAH) werden von der IARC als kanzerogen bewertet [31]. Tatsächlich zeigen einige epidemiologische Studien positive Zusammenhänge zwischen Aufnahme der HCA und PAH aus Fleisch und dem Krebsrisiko, wobei auch hier die Zusammenhänge am deutlichsten für kolorektale Tumore sind [32-34]. Allerdings zeigt sich auch hier, dass die Ergebnisse nicht immer konsistent sind. Dies kann zum einen an der ungenauen Erhebung mittels Fragebögen liegen, zum anderen auch an der unterschiedlichen Verteilung von genetischen Varianten (in Genen, die den Metabolismus der HCA und PAH beeinflussen) in verschiedenen Bevölkerungsgruppen der einzelnen Studien [35, 36]. Eine hohe Aufnahme **gesättigter Fette** wurde lange Zeit im Zusammenhang mit dem Krebsrisiko diskutiert. Jedoch wurde das nur für wenige Krebslokalisationen bestätigt. Für Brustkrebs wurde in einer gemeinsamen Auswertung von Daten aus Kohortenstudien ein positiver Zusammenhang zwischen der Aufnahme gesättigter Fettsäuren und dem Brustkrebsrisiko gesehen [37], während es beispielsweise für Prostatakrebs keine Zusammenhänge gibt [38]. Eine neue Hypothese beruht auf der Beobachtung, dass das weltweite Auftreten kolorektaler Tumore mit dem Auftreten europäischer Hausrinder (und dem Verzehr ihrer Produkte) korreliert [39]. Zur Hausen und Kollegen vermuten einen «**Milch- und Fleischfaktor beim Rind**», eventuell ein Virus, der im Zusammenwirken mit anderen Faktoren, zum Beispiel der Zubereitung des Fleisches, zur Krebsentstehung führen könnte [39]. Eine Bestätigung dieser Hypothese liegt nicht vor.

## **Empfehlungen**

Die IARC gibt als Organisation keine Verzehrsempfehlungen ab, sondern stellt mit ihrem Bericht lediglich dar, wie ein Stoff hinsichtlich seiner kanzerogen Wirkung beim Menschen einzustufen ist. Aufgrund der Datenlage, die dem WCRF/AICR vorlag, kam von dieser Organisation die Empfehlung, dass der Konsum von rotem Fleisch auf 500 g pro Woche beschränkt werden sollte, wobei möglichst wenig verarbeitetes Fleisch darunter sein sollte. Die Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE) empfiehlt, zwischen verschiedenen Eiweissquellen abzuwechseln und lediglich 2-3-mal pro Woche Fleisch (inklusive Geflügel) zu konsumieren. Gepökelt und Geräuchert sollte dabei nur einmal die Woche auf den Tisch kommen ([http://www.sge-ssn.ch/media/Stufe\\_Fleisch\\_Fisch\\_Eier\\_Tofu\\_2.pdf](http://www.sge-ssn.ch/media/Stufe_Fleisch_Fisch_Eier_Tofu_2.pdf)).

**Tabelle 1:** Bewertung des Zusammenhangs zwischen dem Verzehr von rotem und verarbeitetem\* Fleisch und dem Krebsrisiko(Ergebnisse der WCRF/AICR\*\*) bzw. Einstufung der krebserregenden Wirkung durch die IARC (WHO)\*\*\*

	WCRF/AICR**		IARC (WHO)***	
	Rotes Fleisch	Verarbeitetes * Fleisch	Rotes Fleisch	Verarbeitetes* Fleisch
<div>Stärke des Zusammenhangs</div> <div>Krebsart</div>	überzeugend	überzeugend	möglicherweise krebserregend (Gruppe 2a)	krebserregend (Gruppe 1)
Dickdarm- und Rektumkrebs	x	x	x	x
Magenkrebs		x		x
Pankreaskrebs			x	
Prostatakrebs			x	

\*Verarbeitetes Fleisch wird überwiegend aus rotem Fleisch hergestellt

\*\* World Cancer Research Fund and American Institute of Cancer Research

\*\*\* International Agency for Research on Cancer (World Health Organization)

## Referenzen

1. Bundesamt für Statistik (BFS), Nationales Institut für Krebsepidemiologie und -registrierung (NICER), Schweizer Kinderkrebsregister (SKKR) (2016) Schweizerischer Krebsbericht 2015. Stand und Entwicklungen In: Office fédéral de la statistique (OFS), ed. Statistik der Schweiz. Neuchâtel.
2. Doll R, Peto R (1981) The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. *J Natl Cancer Inst.* 66: 1191-308.
3. Parkin DM, Boyd L, Walker LC (2011) 16. The fraction of cancer attributable to lifestyle and environmental factors in the UK in 2010. *Br J Cancer.* 105 Suppl 2: S77-81.
4. American Institute for Cancer Research/World Cancer Research Fund (2007) Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington, DC: AICR.
5. Bouvard Vr, Loomis D, Guyton KZ, Grosse Y, Ghissassi FE, et al (2015) Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *Lancet Oncology.*
6. Chan DS, Lau R, Aune D, Vieira R, Greenwood DC, et al (2011) Red and processed meat and colorectal cancer incidence: meta-analysis of prospective studies. *PLoS One.* 6: e20456.
7. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung (SGE), Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE) (2001) Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Neustadt a.d.W.: Neuer Umschau Buchverlag.
8. Payne CL, Scarborough P, Rayner M, Nonaka K (2015) Are edible insects more or less 'healthy' than commonly consumed meats? A comparison using two nutrient profiling models developed to combat over- and undernutrition. *Eur J Clin Nutr.*
9. Linseisen J, Kesse E, Slimani N, Bueno-De-Mesquita HB, Ocke MC, et al (2002) Meat consumption in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) cohorts: results from 24-hour dietary recalls. *Public Health Nutr.* 5: 1243-58.
10. Schmid A, Collomb M, Hadorn R (2009) Fatty acid composition of Swiss cooked sausages. *Fleischwirtschaft International.* 5: 59-69.
11. Wehrmüller K, Schmid A, Walther B (2008) Health benefits of omega-3-fatty acids and the contribution of products from mountain pastures to the supply. *Ernährungs Umschau.* 55: 655-61
12. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006) Livestock's long shadow - environmental issues and options. Rome: FAO.
13. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV (2017) Fleischkonsum in der Schweiz 2014/15. Fachinformation Ernährung. Bern: Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV,.
14. Pearson A, Gillett T (1996) Processed meats. 3 ed: Springer Science & Business Media.
15. Toldra F, Flores M (1998) The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of dry-cured ham. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 38: 331-52.
16. Honikel KO (1995) The use of additives in meat products throughout Europe. Necessity, customs, legislation. Utrecht: ECCEAMST.
17. Simko P (2002) Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked meat products and smoke flavouring food additives. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci.* 770: 3-18.
18. Bingham SA, Hughes R, Cross AJ (2002) Effect of white versus red meat on endogenous N-nitrosation in the human colon and further evidence of a dose response. *J Nutr.* 132: 3522S-5S.
19. Lijinsky W (1999) N-Nitroso compounds in the diet. *Mutat Res.* 443: 129-38.
20. Haorah J, Zhou L, Wang X, Xu G, Mirvish SS (2001) Determination of total N-nitroso compounds and their precursors in frankfurters, fresh meat, dried salted fish, sauces, tobacco, and tobacco smoke particulates. *J Agric Food Chem.* 49: 6068-78.
21. Behnlian D, Butz P, Greiner R, Lautenschlaeger R (2014) Process-induced undesirable compounds: chances of non-thermal approaches. *Meat Sci.* 98: 392-403.
22. Armstrong B, Doll R (1975) Environmental factors and cancer incidence and mortality in different countries, with special reference to dietary practices. *Int J Cancer.* 15: 617-31.

23. Norat T, Bingham S, Ferrari P, Slimani N, Jenab M, et al (2005) Meat, Fish, and Colorectal Cancer Risk: The European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *J Natl Cancer Inst.* 97: 906-16.
24. World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research (2011) Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Colorectal Cancer. In: World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research, ed. Continuous Update Project Report. Washington, DC: AICR.
25. Loh YH, Jakszyn P, Luben RN, Mulligan AA, Mitrou PN, et al (2011) N-Nitroso compounds and cancer incidence: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Norfolk Study. *Am J Clin Nutr.* 93: 1053-61.
26. Zhu Y, Wang PP, Zhao J, Green R, Sun Z, et al (2014) Dietary N-nitroso compounds and risk of colorectal cancer: a case-control study in Newfoundland and Labrador and Ontario, Canada. *Brit J Nutr.* 111: 1109-17.
27. Lewin MH, Bailey N, Bandaletova T, Bowman R, Cross AJ, et al (2006) Red Meat Enhances the Colonic Formation of the DNA Adduct O6-Carboxymethyl Guanine: Implications for Colorectal Cancer Risk. *Cancer Res.* 66: 1859-65.
28. Jakszyn P, Bingham S, Pera G, Agudo A, Luben R, et al (2006) Endogenous versus exogenous exposure to N-nitroso compounds and gastric cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC-EURGAST) study. *Carcinogenesis.* 27: 1497-501.
29. Dellavalle CT, Xiao Q, Yang G, Shu XO, Aschebrook-Kilfoy B, et al (2014) Dietary nitrate and nitrite intake and risk of colorectal cancer in the Shanghai Women's Health Study. *Int J Cancer.* 134: 2917-26.
30. D'Elia L, Rossi G, Ippolito R, Cappuccio FP, Strazzullo P (2012) Habitual salt intake and risk of gastric cancer: a meta-analysis of prospective studies. *Clin Nutr.* 31: 489-98.
31. International Agency for Research on Cancer (1993) Heterocyclic aromatic amines. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. Lyon. pp. 165-242.
32. Rohrmann S, Hermann S, Linseisen J (2009) Heterocyclic aromatic amine intake increases colorectal adenoma risk: findings from a prospective European cohort study. *Am J Clin Nutr.* 89: 1418-24.
33. Cross AJ, Ferrucci LM, Risch A, Graubard BI, Ward MH, et al (2010) A large prospective study of meat consumption and colorectal cancer risk: an investigation of potential mechanisms underlying this association. *Cancer Res.* 70: 2406-14.
34. Ferrucci LM, Sinha R, Graubard BI, Mayne ST, Ma X, et al (2009) Dietary meat intake in relation to colorectal adenoma in asymptomatic women. *Am J Gastroenterol.* 104: 1231-40.
35. Abid Z, Cross AJ, Sinha R (2014) Meat, dairy, and cancer. *Am J Clin Nutr.* 100 Suppl 1: 386S-93S.
36. Turesky RJ, Le Marchand L (2011) Metabolism and biomarkers of heterocyclic aromatic amines in molecular epidemiology studies: lessons learned from aromatic amines. *Chem Res Toxicol.* 24: 1169-214.
37. Smith-Warner SA, Spiegelman D, Adami HO, Beeson WL, van den Brandt PA, et al (2001) Types of dietary fat and breast cancer: a pooled analysis of cohort studies. *Int J Cancer.* 92: 767-74.
38. Xu C, Han FF, Zeng XT, Liu TZ, Li S, et al (2015) Fat Intake Is Not Linked to Prostate Cancer: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis. *PLoS One.* 10: e0131747.
39. zur Hausen H (2012) Red meat consumption and cancer: reasons to suspect involvement of bovine infectious factors in colorectal cancer. *Int J Cancer.* 130: 2475-83.

## **Fleischkonsum und Krebsrisiko - darf man noch Fleisch essen?**

Sabine Rohrmann, Sophie Cabaset, Jakob Linseisen

**Résumé:** En Suisse, la consommation journalière de viande est en moyenne de 110g, dont 40g de viande transformée. Une consommation élevée de viande transformée est classée comme cancérogène par le Centre International de Recherche sur le Cancer, notamment pour le cancer colorectal. Les mécanismes proposés pour expliquer l'augmentation du risque de cancer sont: la consommation de sel (également associée au cancer de l'estomac), la consommation et la formation endogène de composés N-nitrosés (en partie favorisée par une concentration élevée de fer héminique dans la viande) ainsi que la formation d'hydrocarbures aromatiques polycycliques et amines aromatiques hétérocycliques se produisant lors du processus de transformation. La Société Suisse de Nutrition recommande une consommation hebdomadaire de 2-3 portions de viande et viande transformée.

## **Fleischkonsum und Krebsrisiko - darf man noch Fleisch essen?**

Sabine Rohrmann, Sophie Cabaset, Jakob Linseisen

**Summary:** About 110 g of meat are consumed daily in Switzerland, including more than 40 g of processed meat. High consumption of red meat, in particular processed meat, was categorized as carcinogenic to humans by the International Agency for Research on Cancer, mainly based on the association of processed meat intake with colorectal cancer. Possible mechanisms include the intake of salt (as a risk factor for stomach cancer), the intake and endogenous formation of N-Nitroso compounds (which is partly promoted by heme iron in red meat) and the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons and heterocyclic aromatic amines during meat preparation and cooking. The Swiss Society of Nutrition recommends to consume on 2-3 portions of meat and meat products per week.



## **Fleischkonsum und Krebsrisiko - darf man noch Fleisch essen?**

Sabine Rohrmann, Sophie Cabaset, Jakob Linseisen

### **Key messages:**

- Schätzungsweise 15-20% aller Krebserkrankungen werden durch Ernährung (wenig Obst, Gemüse und Ballaststoffe, viel rotes und verarbeitetes Fleisch, Alkohol und Salz), Übergewicht und Adipositas verursacht.
- Den stärksten Einfluss haben Ernährungsfaktoren auf die Entwicklung von Tumoren des Dickdarms.
- Die Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE) empfiehlt, zwischen verschiedenen Eiweissquellen abzuwechseln und lediglich 2-3-mal pro Woche Fleisch (inklusive Geflügel) zu konsumieren. Gepökelt und Geräuchert sollte dabei nur einmal die Woche auf den Tisch kommen.
- Mögliche Mechanismen, die die Tumorentwicklung fördern, sind die mit einem hohen Fleischverzehr verbundene hohe Aufnahme von Kochsalz, die Aufnahme sowie die körpereigene Bildung von N-Nitroso-Verbindungen und die Bildung von polyzyklischen Kohlenwasserstoffen und heterozyklischen aromatischen Aminen bei der Fleischzubereitung.

## **Fleischkonsum und Krebsrisiko - darf man noch Fleisch essen?**

Sabine Rohrmann, Sophie Cabaset, Jakob Linseisen

### **Lernfragen**

Für welche Tumorart gibt es derzeit die stärkste Evidenz für einen positiven Zusammenhang mit hohem Verzehr von verarbeitetem Fleisch? (Einfachauswahl, 1 richtige Antwort)

- a) Lungenkrebs
- b) Magenkrebs
- c) Brustkrebs
- d) Prostatakrebs
- e) Dickdarmkrebs

Welche Mechanismen werden als wahrscheinliche Erklärung für eine Risikoerhöhung des Krebsrisikos infolge von hohem Fleischverzehr diskutiert? (Mehrfachauswahl, mehrere richtige Antworten)

- a) Bildung von heterozyklischen aromatischen Aminen bei der Fleischzubereitung
- b) Infektion mit Humanem Papilloma Virus (HPV)
- c) Erhöhung des Testosteronspiegels
- d) Bildung von N-Nitroso-Verbindungen
- e) Hohe Aufnahme von Kochsalz

Die Empfehlung der Schweizerischen Gesellschaft für Ernährung bezüglich Fleischkonsum besagt, dass... (Einfachauswahl, 1 richtige Antwort)

- a) Fleischverzehr generell ungesund ist
- b) der Fleischkonsum auf ein Minimum beschränkt werden sollte
- c) lediglich 2-3 Portionen Fleisch und Fleischprodukte pro Woche verzehrt werden sollten
- d) an jedem zweiten Tag Fleisch und Fleischprodukte verzehrt werden sollten
- e) es keinen Grund gibt, den Fleischverzehr zu beschränken

korrekte Antworten:

e

a, d und e

c